

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-287587

(P2003-287587A)

(43) 公開日 平成15年10月10日 (2003. 10. 10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 2 1 C 17/00

識別記号

F I

G 2 1 C 17/00

テーマコード(参考)

P 2 G 0 7 5

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2002-88942 (P2002-88942)

(22) 出願日 平成14年3月27日 (2002. 3. 27)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 近藤 豊

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 神山 雅彦

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100087332

弁理士 猪股 祥晃 (外2名)

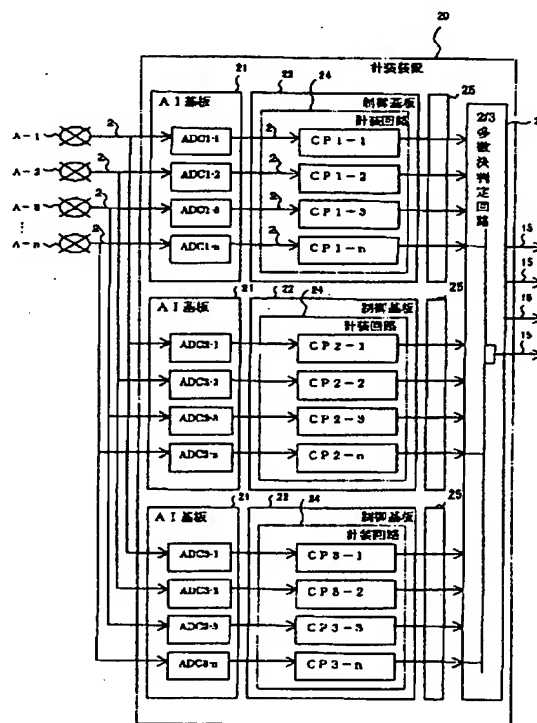
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラント保護計装装置

(57) 【要約】

【課題】 プラント保護計装装置において、プロセス信号と設定値とを比較する計装回路をマイクロプロセッサで構成した場合、ソフトウェアの信頼性確保のための検証及び健全性確認の作業が必要で、多くの手間と時間がかかり製品コストが高くなっていた。またプロセス信号専用のハードウェア装置を用いた場合は動作確認試験を行う場合、デジタル入力のパターン数が膨大となり現実的ではなかった。

【解決手段】 計装回路を異なる複数のプロセス信号に対して電気的に独立させたハードウェアの論理集積回路で構成し、1つのプロセス信号に対して計装回路を多重化し、この多重化した計装回路からの出力信号を多数決定回路などで論理判定して作動信号を出力させるようにする。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 プラントの状態量を示すプロセス信号を検出する複数のセンサと、このセンサからのプロセス信号をデジタル信号に変換しプロセス信号に対応する値を出力するアナログ／デジタル信号変換器と、前記プロセス信号に対応する値の入力を受けて論理演算を行う計装回路と、前記計装回路の出力に基づき前記プラントの状態診断に関する判定を行い前記プロセス信号に対応した作動信号を出力する判定回路と、を有するプラント保護計装装置であって、前記計装回路は複数設けられ、各計装回路は論理集積回路により構成され、かつ前記プロセス信号に対応する値と予め定められた設定値とを比較し前記プロセス信号に対応する値が設定値を超えた場合に信号を出力する設定値比較回路を有することを特徴とすることを特徴とするプラント保護計装装置。

【請求項2】 前記計装回路は、異なる複数のプロセス信号に対応して複数の論理集積回路を有してなり、各プロセス信号に対応して各計装回路に設けられる論理集積回路は互いに電氣的に独立して構成されることを特徴とする請求項1記載のプラント保護計装装置。

【請求項3】 異なる複数のプロセス信号に対して電氣的に独立して構成される複数の前記論理集積回路を有する前記計装回路を実装してなる制御基板を有し、この制御基板は多重化して設けられ、かつ、前記判定回路は多重化した計装回路からの出力信号を論理判定して前記作動信号を出力することを特徴とする請求項2に記載のプラント保護計装装置。

【請求項4】 前記判定回路は、多重化された計装回路からの出力信号が入力される多数決判定回路であることを特徴とする請求項3に記載のプラント保護計装装置。

【請求項5】 多重化された複数の制御基板に用いられる論理集積回路として、各制御基板毎に異なる設計要素からなる論理集積回路を用いることを特徴とする請求項3または4に記載のプラント保護計装装置。

【請求項6】 多重化された計装回路に入力されたプロセス信号に対応する値を他の多重系計装回路の設定値比較回路に相互に入力し、各設定値比較回路では、自系に入力された値と他系から入力された値との偏差を演算し、偏差が予め設定した値を超えた場合に異常と判定することを特徴とする請求項3乃至5のいずれかに記載のプラント保護計装装置。

【請求項7】 多重化された制御基板の前段に設けられる試験用プロセス信号入力用の端子と、前記試験用プロセス信号を発生する電圧発生器とを有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のプラント保護計装装置。

【請求項8】 プラント内の放射線を検知し放射線量に応じた信号を出力する放射線検出器と、前記放射線検出器からの信号に基づき放射線量の挙動を監視する放射線監視装置を具備するプラント保護計装装置であって、前

記放射線監視装置は、前記放射線検出器からの入力信号をデジタル信号に変換するアナログ／デジタル信号変換器と、1つの放射線検出器からの入力信号に対応して複数設けられ、前記デジタル信号に基づき放射線量演算を行い演算結果およびこの演算結果と予め定められたしきい値との比較結果を出力する放射線信号処理回路と、この各放射線信号処理回路からの入力信号に基づき予め定められた抽出方法により得られる出力信号を前記放射線監視装置の外部に出力する外部出力情報抽出回路と、を有する第1の放射線信号処理集合回路を有し、この第1の放射線信号処理集合回路は、配線手段を有する論理集積回路により構成され、かつ、各第1の放射線信号処理集合回路を構成する各論理集積回路は、それぞれ、前記配線手段が互いに異なる手段であることを特徴とするプラント保護計装装置。

【請求項9】 前記外部出力情報抽出回路は、前記放射線信号処理回路からの複数の入力信号に対して多数決論理により出力信号を生成することを特徴とする請求項8記載のプラント保護計装装置。

【請求項10】 前記アナログ／デジタル信号変換器から出力されるデジタル信号および前記第1の放射線信号集合処理回路の放射線信号処理回路の出力信号を、前記外部出力情報抽出回路を介さずに出力する第2の放射線信号処理集合回路を有することを特徴とする請求項8記載のプラント保護計装装置。

【請求項11】 前記第1の放射線信号処理集合回路の故障を検出し、前記放射線信号処理回路のうち故障状態にないものが1系統以下である場合または前記外部出力情報抽出回路が故障状態にある場合に第1の故障情報信号を出力する第1の故障検知回路を有することを特徴とする請求項8記載のプラント保護計装装置。

【請求項12】 前記第1の故障検知回路は、前記放射線信号処理回路のうち故障状態にあるものが1系統以上ありかつ故障状態にないものが2系統以上ある場合に第2の故障情報信号を出力することを特徴とする請求項11記載のプラント保護計装装置。

【請求項13】 前記第2の放射線信号処理集合回路の故障を検出し第3の故障情報信号を出力する第2の故障検知回路を有することを特徴とする請求項10記載のプラント保護計装装置。

【請求項14】 前記複数の放射線信号処理回路のうち少なくとも第1の放射線信号処理回路と第2の放射線信号処理回路の故障を検出し、前記第1の放射線信号処理回路および前記第2の放射線信号処理回路の双方が故障状態にあるときに第4の故障情報信号を出力する第3の故障検知回路と、この第3の故障検知回路と連絡して設けられ、前記第1の放射線信号処理回路が故障状態にない場合に前記第1の放射線信号処理回路の出力信号を選択して出力し、かつ前記第1の放射線信号処理回路が故障状態にあり前記第2の放射線信号処理回路が故障状態

ない場合に前記第2の放射線信号処理回路の出力信号を選択して出力しうる第1の信号処理選択回路と、を有することを特徴とする請求項8記載のプラント保護計装装置。

【請求項15】 切替信号と、前記複数の放射線信号処理回路のうち少なくとも第1の放射線信号処理回路と第2の放射線信号処理回路の出力信号の入力を受け、前記切替信号が入力されない場合に前記第1の放射線信号処理回路の出力信号を選択して出力し、前記切替信号の入力に伴い前記第2の放射線信号処理回路の出力信号を選択して出力する第2の信号処理選択回路を有することを特徴とする請求項8記載のプラント保護計装装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子力発電プラントなどにおけるプラント保護計装装置に関する。

【0002】

【従来の技術】原子力発電プラントなどにおいては、プラントの安全性が損なわれる恐れのある異常が発生した場合、あるいは発生が予想される場合それを防止、あるいは抑制するために安全保護系システムが設けられている。

【0003】安全保護系システムの一つとして従来よりプラント保護計装装置が設けられている。このプラント保護計装装置は図15に示すように、プラントの状態量を示す、例えば温度、圧力、炉出力などの複数のプロセス信号を検出するためのセンサ群A1-1～A1-n、A2-1～A2-nと、このセンサ群からのプロセス信号を入力し、プロセス信号を予め定められた設定値と比較し、設定値を超えた場合に作動信号を出力する設定値比較回路群MS1-1～MS1-n、MS2-1～MS2-nを有する計装回路LA-1、LA-2とを備えている。この計装回路LA-1、LA-2が2チャンネルからなるAチャンネルを構成し、この計装回路LA-1、LA-1と同様の構成からなる計装回路LB-1、LB-2をさらに備え、この2つの計装回路が2チャンネルからなるBチャンネルを構成する。すなわち、計装回路は各2チャンネルずつの大きくA、B2つのチャンネルに分かれ、各計装回路からの出力信号の組合せによりプラントの各機器にトリップ信号などの作動信号を出力する制御回路Cを構成している。各設定値比較回路からの信号は、基本的に1 out of 2×2論理を採用して信号処理されている。すなわち、A、B各チャンネルにおいて、何れかのトリップ信号が出力された場合すなわちある設定値比較回路がプロセス信号が設定値を超えたと判定したときに、そのチャンネルはトリップし、A、B両チャンネルが同時にトリップした場合作動信号15が発生する仕組みになっている。また各計装回路は1チャンネルあたりは多重化されておらず一重化構成である。

【0004】このようなプラント保護計装装置においては、各プロセス信号と設定値との比較検出を行う計装回路として専用のハードウェア装置を用いる場合と、またはソフトウェアを実装したマイクロプロセッサで構成する場合とがある。専用のハードウェア装置を用いた場合は複数のプロセス信号毎にハードウェア装置を設ける必要がある。一方、マイクロプロセッサで構成した場合には複数のプロセス信号に対して一つのマイクロプロセッサで全ての信号処理を行うことができる。

【0005】また、プラントの安全保護系システムはその重要性から、高い信頼性を有する設計が要求されている。このため、計装回路をマイクロプロセッサで構成した場合、ソフトウェアの共通要因故障を防止し、ソフトウェアの信頼性を確保するため、検証および健全性確認活動(V&V: Verification&Validation)を実施している。V&Vとは、デジタル型の安全保護系システムに要求される機能がソフトウェアの設計、製作の各過程において、上位の過程から下位の過程へ正しく反映されていることを確認する検証作業と、検証作業を経て製作されたシステムについて、要求機能が正しく実現されていることを確認する健全性確認作業からなる品質補償のための活動である。具体的にはそのソフトウェアが設計図書の要求事項の通りに製作されていることの検証作業として設計情報を記載した図書と製作用の図書との相互間の確認作業を行う。またマイクロプロセッサにて構成された計装装置に実際の入力信号と同等の模擬信号を入力して、設計図書通りに作働出力がなされるかどうかの健全性の確認を行う。このようなV&Vの実施には設計、製作作業とは異なる第三者が行うことが必要とされている。

【0006】また、ソフトウェアにて動作するマイクロプロセッサを用いた計装回路の場合は、マイクロプロセッサに標準機能として備わっているウォッチドッグタイマ監視などの自己診断機能があり、この機能により多重系の自動バイパスや警報出力等を行っている。

【0007】また、従来のプラント保護計装装置においては、プロセス信号と設定値との比較検出が確実に行われるかどうかを確認するための試験入力信号は、プロセス信号を実際に入力する入力端子とは異なる別のラインからの並列回路から入力させている。

【0008】さらに、ソフトウェアにて動作するマイクロプロセッサを用いた場合は、その比較用設定値の変更を行うために、十分に実績があり、かつマイクロプロセッサに実装されているプログラムを可視化でき、かつ変更前と変更後のソフトウェアの変更点を比較抽出が行える専用の保守装置を用いている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記した従来のプラント保護計装装置では、計装回路にソフトウェアで動作するマイクロプロセッサを用いた場合は、

そのソフトウェアが設計図書の要求事項の通りに製作されていることの検証と、マイクロプロセッサにて構成された制御装置に実際の入力信号と同等の模擬信号を入力して、設計図書通りに作動出力がなされるかどうかの健全性確認の実施が必要である。このため、通常の安全保護機能以外で用いられるソフトウェアの設計、製作に比べ多くの手間と時間を必要とし、製品のコストを高くする大きな要因となっている。

【0010】一方、計装回路にソフトウェアを使用しない専用のハードウェア装置を用いた場合においても、設計図書に記された制御論理の通りに製品が製造されていることを可視または試験等の別の手段を用いて確認する必要があるが、ハードウェア装置を構成する論理集積回路のような密集された制御論理及びその動作状態を可視することは極めて困難である。このためハードウェア装置の制御論理への各デジタル入力 ON または OFF の入力パターンをすべて装置に入力し、その論理的演算結果が設計図書と一致していることを確認する必要がある。しかしながらこのような確認手段ではデジタル入力の総点数が増えるため累乗的に全入力パターンが増大することとなり試験に費やす時間及び手間が増大する。

【0011】また、従来の 1 out of 2 × 2 論理構成のプラント保護計装装置においては、単一故障が発生した場合、センサからのプラント信号をバイパスして更に同一電源系のもう一つのセンサが不動作側に故障する事態を考えた場合、実際にプラントの状態が変化し保護系の機器を作動する必要が生じた場合に 1 out of 2 × 2 論理が成立せず機器への作動信号が出力されないこととなるため、バイパス機能は設けられていない。また、プラント運転中の保守及びサーベランス試験を行う際にも同様に 1 out of 2 × 2 論理が成立しなくなるため、1 群を作動状態として実施する必要があった。この状況下で同一でない電源側において更に故障又は誤操作が発生すると安全保護系の動作となる。これらのプラント停止リスクを低減するためには単一故障の発生、装置の交換作業、装置のサーベランス試験がプラント運転中に行われる場合でもハーフトリップとならないシステム構成とする必要がある。

【0012】また、ソフトウェアを用いる場合にはそのソフトウェアに潜在的に有するバグを共通要因として多重化された制御装置が同時に故障する可能性を完全には排除できない。

【0013】論理回路を構成する計装回路に論理集積回路を適用した場合には、マイクロプロセッサのような自己診断機能を標準機能として持たせることができない。このため、装置が誤不動作側に故障した場合はこれを事前に検出することができない。このため、多重化して個別に入力された一つのプロセス信号を用いて、誤不動作側の故障を検出する必要があると面倒である。

【0014】原子力発電プラントのプラント保護計装

置においては、プロセス信号と設定値との比較検出を行うための試験入力信号は、プロセス信号を実際に入力する入力端子とは異なる別のラインからの並列回路から入力させている。このため、入力、処理、出力の計装装置の機能を一貫して同時に確認することができなかった。また、異なるラインから信号を入力した場合でも出力端は実回路と兼用のため試験時にトリップ出力が行われていた。

【0015】原子力発電プラントのプラント保護計装装置をマイクロプロセッサで構成した場合は、プロセス信号と比較検出を行うための設定値を変更するために専用の保守装置を必要とし、かつ、設計値の変更であるため再び検証及び健全性確認の作業が必要であった。保守装置による設定値変更並びに変更後の検証、健全性確認作業は複雑であり確実な作業には熟練が要求された。このため、設定値の変更作業にソフトウェアが介在せず、かつまた変更後の内容が容易に外部から判断できる装置構成とする必要がある。

【0016】本発明は以上の課題を解決し、信頼性のための装置の検証作業と健全性確認作業を不要とし、動作確認のための試験が容易に行え、計装回路の異常を早期に検出し、自己診断機能を備えたプラント保護計装装置を得ることを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項 1 に記載のプラント保護計装装置の発明は、プラントの状態量を示すプロセス信号を検出する複数のセンサと、このセンサからのプロセス信号をデジタル信号に変換しプロセス信号に対応する値を出力するアナログ／デジタル信号変換器と、前記プロセス信号に対応する値の入力を受けて論理演算を行う計装回路と、前記計装回路の出力に基づき前記プラントの状態診断に関する判定を行い前記プロセス信号に対応した作動信号を出力する判定回路と、を有するプラント保護計装装置であって、前記計装回路は複数設けられ、各計装回路は論理集積回路により構成され、かつ前記プロセス信号に対応する値と予め定められた設定値とを比較し前記プロセス信号に対応する値が設定値を超えた場合に信号を出力する設定値比較回路を有することを特徴とすることを特徴とする。

【0018】この発明によれば、ソフトウェアを用いない論理集積回路とそれらの結線により形成された計装回路によりプラントのプロセス信号を設定値と比較し、設定値を超えた場合にトリップ信号などの作動信号を出力する。論理集積回路により構成されているので原子力発電プラントの安全保護系システムに適用する場合に実施する検証作業と健全性確認作業を必要としない。

【0019】請求項 2 に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項 1 に記載のプラント保護計装装置において、前記計装回路は、異なる複数のプロセス信号に対応

して複数の論理集積回路を有してなり、各プロセス信号に対応して各計装回路に設けられる論理集積回路は互いに電氣的に独立して構成されることを特徴とする。

【0020】この発明によれば、各プロセス信号に対する論理集積回路が独立し、相互に影響し合うことが無く、プロセス処理の論理が設定値を除き同一である場合は動作確認用の試験用プロセス信号を同時に且つ並列に入力でき、また並列にトリップ判定の信号を出力することにより論理集積回路の動作確認試験を短時間に行える。

【0021】請求項3に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項2に記載のプラント保護計装装置において、異なる複数のプロセス信号に対して電氣的に独立して構成される複数の前記論理集積回路を有する前記計装回路を実装してなる制御基板を有し、この制御基板は多重化して設けられ、かつ、前記判定回路は多重化した計装回路からの出力信号を論理判定して前記作動信号を出力することを特徴とする。

【0022】この発明によれば、計装回路に単一故障が発生した場合でも残された計装回路が健全であれば保護計装装置としての作動出力は行われず、運転を継続することができる。

【0023】請求項4に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項3に記載のプラント保護計装装置において、前記判定回路は、多重化された計装回路からの出力信号が入力される多数決判定回路であることを特徴とする。

【0024】この発明によれば三重化された出力信号が多数決論理により判定され、プロセス毎の作動信号をプラントの各機器または論理的判断を行う別の制御装置に出力される。

【0025】請求項5に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項3または4に記載のプラント保護計装装置において、多重化された複数の制御基板に用いられる論理集積回路として、各制御基板毎に異なる設計要素からなる論理集積回路を用いることを特徴とする。この発明によれば、論理回路に起因する故障が発生した場合、単一故障にとどまり、多重系が全て同時に故障に至ること防げる。

【0026】請求項6に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項3乃至5に記載のプラント保護計装装置において、多重化された計装回路に入力されたプロセス信号に対応する値を他の多重系計装回路の設定値比較回路に相互に入力し、各設定値比較回路では、自系に入力された値と他系から入力された値との偏差を演算し、偏差が予め設定した値を超えた場合に異常と判定することを特徴とする。

【0027】この発明によれば、多重化して個別に入力された1つのプロセス信号を用いて自己診断機能を備えない論理集積回路の健全性を装置としての誤不動作に至

る前に検出する。

【0028】請求項7に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項1乃至6のいずれかに記載のプラント保護計装装置において、多重化された制御基板の前段に設けられる試験用プロセス信号入力用の端子と、前記試験用プロセス信号を発生する電圧発生器とを有することを特徴とする。この発明によれば、多重化された計装装置本体の作動信号の出力が無くとも、動作確認対象の論理集積回路のみの動作確認が行える。

10 【0029】請求項8に記載のプラント保護計装装置の発明は、プラント内の放射線を検知し放射線量に応じた信号を出力する放射線検出器と、前記放射線検出器からの信号に基づき放射線量の挙動を監視する放射線監視装置を具備するプラント保護計装装置であって、前記放射線監視装置は、前記放射線検出器からの入力信号をディジタル信号に変換するアナログ／ディジタル信号変換器と、1つの放射線検出器からの入力信号に対応して複数設けられ、前記ディジタル信号に基づき放射線量演算を行い演算結果およびこの演算結果と予め定められたしきい値との比較結果を出力する放射線信号処理回路と、この各放射線信号処理回路からの入力信号に基づき予め定められた抽出方法により得られる出力信号を前記放射線監視装置の外部に出力する外部出力情報抽出回路と、を有する第1の放射線信号処理集合回路を有し、この第1の放射線信号処理集合回路は、配線手段を有する論理集積回路により構成され、かつ、各第1の放射線信号処理集合回路を構成する各論理集積回路は、それぞれ、前記配線手段が互いに異なる手段であることを特徴とする。

30 【0030】この発明によれば、信号処理機能を実現するための各論理集積回路における配線手段に複数の異なる手段を用いることで、同一の信号処理機能をそれぞれ異なる論理で実現する複数の論理集積回路により、処理の多様性を確保することができる。またこれにより複数の異なる論理により信号処理を行うことで、単一の信号処理機能に異常が生じた場合でも、機能実現論理の異なる他の信号処理の結果に基づいて放射線信号処理結果として正常なものを出力することができ、共通の論理異常に起因する故障を防止することができる。

【0031】請求項9に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項8記載のプラント保護計装装置において、前記外部出力情報抽出回路は、前記放射線信号処理回路からの複数の入力信号に対して多数決論理により出力信号を生成することを特徴とする。この発明によれば、半数未満の数のロジックの異常に際しても自動的に正常な放射線信号処理結果を出力することができる。

【0032】請求項10に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項8記載のプラント保護計装装置において、前記アナログ／ディジタル信号変換器から出力されるディジタル信号および前記第1の放射線信号集合処理回路の放射線信号処理回路の出力信号を、前記外部出力

情報抽出回路を介さずに出力する第2の放射線信号処理集合回路を有することを特徴とする。この発明によれば、高信頼性が要求される安全機能と、それ以外の機能とを切り分けて処理することで、安全昨日のための信号処理を簡素化することができる。

【0033】請求項11に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項8記載のプラント保護計装装置において、前記第1の放射線信号処理集合回路の故障を検出し、前記放射線信号処理回路のうち故障状態にないものが1系統以下である場合または前記外部出力情報抽出回路が故障状態にある場合に第1の故障情報信号を出力する第1の故障検知回路を有することを特徴とする。

【0034】この発明によれば、安全機能に用いる信号処理回路の多様性が確保されている限り、いくつかの信号処理回路の故障を検知しても安全機能に関する故障とは判断しないことにより、安全機能を継続して使用することができる。

【0035】請求項12に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項11記載のプラント保護計装装置において、前記第1の故障検知回路は、前記放射線信号処理回路のうち故障状態にあるものが1系統以上ありかつ故障状態にないものが2系統以上ある場合に第2の故障情報信号を出力することを特徴とする。

【0036】請求項13に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項10記載のプラント保護計装装置において、前記第2の放射線信号処理集合回路の故障を検出し第3の故障情報信号を出力する第2の故障検知回路を有することを特徴とする。

【0037】この発明によれば、安全機能に用いる信号処理回路の多様性が確保された状態で、故障状態を報知することで、安全機能は継続使用可能であるが信号処理回路の一部に故障が発生している状態を外部に報知し、適切な対応を喚起することができる。

【0038】請求項14に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項8記載のプラント保護計装装置において、前記複数の放射線信号処理回路のうち少なくとも第1の放射線信号処理回路と第2の放射線信号処理回路の故障を検出し、前記第1の放射線信号処理回路および前記第2の放射線信号処理回路の双方が故障状態にあるときに第4の故障情報信号を出力する第3の故障検知回路と、この第3の故障検知回路と連絡して設けられ、前記第1の放射線信号処理回路が故障状態にない場合に前記第1の放射線信号処理回路の出力信号を選択して出力し、かつ前記第1の放射線信号処理回路が故障状態にあり前記第2の放射線信号処理回路が故障状態にない場合に前記第2の放射線信号処理回路の出力信号を選択して出力する第1の信号処理選択回路と、を有することを特徴とする。

【0039】この発明によれば、プラント保護計装装置の内部で2種類の異なるロジックの信号処理を行うこと

で、簡素なシステム構成で、単一ロジックの異常に伴う放射線信号処理回路の故障時にも他の回路でバックアップを行うことにより、また多重異常に対しては故障情報を報知することにより、安全保護システムとして適切な情報を外部の作動回路等に提供することができる。

【0040】請求項15に記載のプラント保護計装装置の発明は、請求項8記載のプラント保護計装装置において、切替信号と、前記複数の放射線信号処理回路のうち少なくとも第1の放射線信号処理回路と第2の放射線信号処理回路の出力信号の入力を受け、前記切替信号が入力されない場合に前記第1の放射線信号処理回路の出力信号を選択して出力し、前記切替信号の入力に伴い前記第2の放射線信号処理回路の出力信号を選択して出力する第2の信号処理選択回路を有することを特徴とする。この発明によれば、プラント保護計装装置の外部への出力を切替可能とすることで、出力の中断を回避することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るプラント保護計装装置の実施の形態を図1乃至図8を参照して説明する。まず、図1にプラント保護計装装置を機能的に見た場合のプロセス信号の処理フローを示す。1はプラント状態を監視するセンサで、このセンサ1がプラントのプロセス状態量を示すプロセス信号を検知し、そのプロセス信号2を試験用切替スイッチ3に送る。この時試験用切替スイッチ3が通常使用側3Aであればプロセス信号2はアナログ／デジタル信号変換器（以下A/D変換器と称す）4を通してデジタル信号に変換され、プロセス信号2に対応する値が論理集積回路5内のプロセス信号記憶部6に読み込まれる。同時にこのプロセス信号記憶部6に読み込んだプロセス信号2の値はプロセス値デジタル表示器7に表示される。プロセス信号記憶部6から出力されたプロセス信号2に対応する値は、予め論理集積回路5の上限設定部8Aで定められた上限設定値8AS、および下限設定部8Bで定められた下限設定値8BSと許容設定範囲比較部9で比較される。この結果、プロセス信号2の値が設定値許容範囲内であればプロセス信号2は設定値比較部10に送られる。設定値比較部10ではプロセス信号2と設定値保存部11に保存された設定値信号11Sとを比較する。設定値信号11Sは、設定スイッチ12にてデジタル値として選択され、変更許可スイッチ13が許可側13aに選択されている時に、設定値保存部11に保存され、かつ設定値デジタル表示器14に表示される。

【0042】プロセス信号2は設定値比較部10で設定値信号11Sと比較され、プロセス信号2に対応する値が設定値を超えている場合はトリップ出力などの作動信号15が論理集積回路5の外部に出力される。この際に、必要に応じて警報出力信号16も出力される。

【0043】このように構成されたプラント保護計装



置に対して動作確認試験を実施する場合は、試験用切替スイッチ3を試験側3Bに切替える。試験用切替スイッチ3の試験側3Bには試験用電圧発生器17が接続されている。これにより試験用電圧発生器17から発生する試験用プロセス信号2aはA/D変換器4を介して論理集積回路5に送られ、設定値保存部11の設定値信号11Sと設定値比較部10で比較される。この結果、試験用プロセス信号2aに対応する値が設定値を超えた場合はトリップ出力などの作動信号15が外部に出力されて動作の確認が行われる。

【0044】以上が機能的に見たプロセス信号の処理フローである。本発明の実施の形態によるプラント保護計装装置においては、A/D変換器4及び論理集積回路5の部分は多重化され、トリップ出力などの作動信号15はこれら多重化部からの出力信号の選択により送出される。以下に、多重化を行った場合の本発明の実施の形態を説明する。

【0045】図2は、計装回路を三重化とし、多数決判定を2/3論理とした本発明の実施の形態を示す図である。本実施の形態によるプラント保護計装装置20は、プラントのプロセス状態量を示す異なる複数のプロセス信号2を検出するためのセンサ群A-1～A-nと、このセンサA-1～A-nからのアナログ信号を入力しデジタル信号に変換する三重化されたA/D変換器ADC1-1～ADC1-n、ADC2-1～ADC2-n、ADC3-1～ADC3-nと、複数のプロセス信号2に対してそれぞれ独立して設けられ、デジタル信号に変換されたプロセス信号2が入力され、予め設定された設定値との比較を行い、プロセス信号2に対応する値が設定値を超えた場合に信号を出力する論理集積回路で構成された同じく三重化された設定値比較回路CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-n、CP3-1～CP3-nと、これら三重化された設定値比較回路の出力信号を論理的に2/3多数決判定し、その結果プロセス毎の作動信号15をプラントの各機器または論理的判断を行う別の制御装置に出力する多数決判定回路23とから構成されている。

【0046】前記三重化されたA/D変換器ADC1-1～ADC1-n、ADC2-1～ADC2-n、ADC3-1～ADC3-nは多重系毎にそれぞれアナログ信号としてのセンサからのプロセス信号の入力を受けるAI (Analog Input) 基板21に実装されている。

【0047】同じく、三重化された設定値比較回路CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-n、CP3-1～CP3-nは多重系毎にそれぞれ制御基板22に実装された計装回路24上に構成されている。また、各三重化された設定値比較回路CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-n、CP3-1～CP3-nからの出力信号は、多重系毎にそれぞれ、各設定値比較回路からの信号をデジタル信号として出力するDO (digi

tal output) 基板25を介して、デジタル信号として多数決判定回路23に送られる。

【0048】そしてこのAI基板21、制御基板22およびDO基板25を多重化して構成することにより、各プロセスに対応する信号処理回路としてのA/D変換器および設定値比較回路は多重化されている。

【0049】多数決判定回路23では、設定値比較回路からの出力信号を受けて多数決判定を行う。例えば、センサA-1からのプロセス信号に対応する処理結果としては、設定値比較回路CP1-1、CP2-1、CP3-1からの出力信号があるが、この3つの信号のうちの2つまたは3つが設定値超の出力信号である場合に、センサA-1からのプロセス信号に対応する値が設定値を超えていると判断し、このプロセスに対応した作動信号15を出力する。

【0050】ここで、三重化された設定値比較回路CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-n、CP3-1～CP3-nの製作にあたっては、デジタル信号の信号加工処理機能を論理回路の構成に変換して、ソフトウェアを使用せずにハードウェアの配線により実現する、PLD (Programmable Logic Device) 等の論理集積回路を用いている。このとき、各プロセスに対応して各計装回路24に設けられる設定値比較回路を構成する論理集積回路は、互いに論理的にまた電氣的に独立して構成するのが好適である。

【0051】また、ここで用いる論理集積回路は、各信号処理回路毎に異なる設計要素からなる論理集積回路を用いることとする。すなわち、例えば、信号処理回路である各設定値比較回路を構成する各論理集積回路に、論理回路への論理変換手段あるいは配線手段が互いに異なる素子を用いることとする。あるいは、製造過程や製造者が異なる論理集積回路を用いることとする。

【0052】この構成により、例えば論理集積回路の製作にPLDを用いる場合、PLDにおける論理機能実現にPLD素子の種類事に各々異なる手段を用いることとするため、同一の信号加工処理を実現させる多様な論理回路を構成することができる。また、PLD素子は、オペレーティングシステム(OS)を必要とせず、単独で信号処理の実現が可能であることから、複数の素子を容易に組み合わせでシステムを構築することができる。よってシステムを簡素化するために1つの信号処理回路を1つのPLD素子で実現してもよいし、個々の機能を単純化するために信号処理回路をいくつかの単純な機能に分割し、機能単位でPLD素子を使用し1つの信号処理回路を複数のPLD素子の組合せで実現してもよい。

【0053】このように構成された本発明によるプラント保護計装装置によれば、センサA-1～A-nによりプラントのプロセス状態量を示す複数のプロセス信号を検出し、1つのプロセス信号は三重化されたA/D変換器ADC1-1～ADC1-n、ADC2-1～ADC

2-n、ADC3-1～ADC3-nによりアナログ信号からデジタル信号に変換され、プロセス信号に対応するデジタル値が出力される。さらに、同じく三重化され、論理集積回路により構成された設定値比較回路CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-n、CP3-1～CP3-nによりプロセス信号に対応する値と予め設定された設定値との比較を行い、プロセス信号が設定値を超えた場合に多数決判定回路23に信号を出力して2/3多数決判定により作動信号15を出力する。

【0054】ここで、プロセス信号2の処理を行う設定値比較回路CP1-1において、プロセス計算処理結果に欠陥をもたらすような故障が発生した場合には、ハードウェア的には他の設定値比較回路CP1-2～CP1-nに影響を及ぼすことはない。また、プロセス信号毎に論理集積回路から成る設定値比較回路を設けたことにより動作確認作業を行う時、設定値比較回路を構成する1つの論理集積回路当たりの入力点数が減少する。例えば、n個のプロセス信号を1つの論理集積回路に納めたとすると、1つのプロセス信号のデジタルビット数は12であるため1～4096パターンがあり、また、プロセス信号と設定値の2種類があるため1信号当たりのパターン数は4096×4096=16777216である。プロセス信号入力がn個だと4096の2乗のさらにn乗となる。従って、その回数分だけトリップ出力が確実に出力されることを確認する作業は極めて困難である。

【0055】このため、図3に示す通り、プロセス信号毎に論理集積回路を分散配置させ、各論理集積回路の入力側と出力側に、それぞれ試験設備としてのビットパターン出力器26Aと出力判定器26Bを繋ぐ。図3では1系の論理集積回路のみを代表して示しており、また図1で説明した各設定値比較回路に含まれる上限設定部5、下限設定部8および許容設定範囲比較部9の図示を省略している。試験設備の入力側に配置されるビットパターン出力器26Aはビットパターン27aを順次1カウントずつ上げて出力していく。この際にその時の出力パターン27bおよびタイミング合わせの信号27cを出力判定器26Bに送る。出力判定器26Bはこれらの信号と各論理集積回路CP1-1～CP1-nの出力信号27dとを入力し合格判定を行う。このように各プロセス信号に対応させて論理集積回路を分割することにより、入力パターン数を削減し、かつ同時に行うことによってその複数存在するプロセス信号の信号パターンの総数を削減できる。

【0056】また、制御基板22に全プロセス処理機能を備えることにより装置の小型化が図れ、この小型化したスペース分にこれら制御基板を多重で設置することができ、信頼度の高い装置を既設の制御装置と同等またはそれ以下のサイズにて製作することができる。また、ソフトウェアを用いない論理ブロックとそれらの結線にて

計装回路を構成することにより、これらを原子力発電所の安全保護系へ適用したときに実施する検証及び健全性確認の作業を行わなくて済む。

【0057】よって、プロセス信号毎に論理集積回路を設けてこれを論理的及び電氣的に独立させて制御基板22に実装すれば、相互間の影響が無くなり、膨大な試験信号入力パターンを削減できる。また、これらのプロセス信号処理の論理及び設定値比較回路が設定値を除き同一である場合は試験用プロセス信号を同時にかつ並列に入力でき、かつトリップ判定の作動信号15を同じくプロセス毎に並列に出力することにより個々の論理集積回路を同時に試験でき、動作確認試験のためにかかる時間を削減できる。

【0058】図2の三重化構成において、設定値比較回路を構成する1つの論理集積回路に故障が発生し、当該論理集積回路から誤って信号が出力された場合には、その論理集積回路の動作の報知がなされるが、三重化された残り2つの制御基板22の同一プロセス信号処理用の論理集積回路が健全であれば、多数決判定回路23の多数決判定によりプラント保護計装装置20としての作動出力は行われずプラント運転継続を行うことができる。従ってプラント保護計装装置20から機器又は上位の論理判定装置への作動信号が出力されることはない。

【0059】また、図2の三重化構成において、設定値比較回路を構成する1つの論理集積回路に故障が発生した場合には、その論理集積回路の修理、交換などの保守を行う必要がある。故障した論理集積回路を含む制御基板22の電源をオフし、その制御基板22をプラント保護計装装置の収納シャーシから引き抜きを行った場合においても三重化された残り2つの制御基板22の同一プロセス信号処理用の論理集積回路が健全であれば、プラント保護計装装置20としての作動出力は行われずプラント運転継続を行うことができる。従って保守を行う際にもプラント保護計装装置から機器又は上位の論理判定装置への作動信号15が出力されることはない。

【0060】さらに、図2の三重化構成において、設定値比較回路を構成する論理集積回路を、多重化された各制御基板毎に製造者または製造過程が異なり、論理変換回路の異なる論理集積回路を適用すれば、製造過程または製造時の設計回路に潜在的かつ論理回路に共通的な故障が発生した場合は、当該論理集積回路動作の報知がなされるが、三重化された残り2つの制御基板22の同一プロセス信号処理用の論理集積回路は同じ要素の故障要因が無いため、多数決判定回路23の多数決判定によりプラント保護計装装置20としての作動出力は行われずプラント運転継続を行うことができる。従って計装装置から機器又は上位の論理判定装置への作動信号15が出力されることはない。

【0061】なお、前記した論理集積回路に故障が発生した場合、および故障した論理集積回路を交換するなど



の保守をする場合、その論理集積回路の故障が誤不動作側に発生し信号が出力されない場合においても、三重化された残りの制御基板の論理集積回路が健全であれば、実際にプロセスの変動が発生した場合には多数決判定回路23の多数決判定によりこれら健全な制御基板22から機器又は上位の論理判定装置への作動信号15が出力されることとなる。

【0062】次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。なお、第1の実施の形態と同様の構成は同一符号を付し、その説明を省略する。本発明において、1つのプロセス信号は三重化された3つのA/D変換器と3つの設定値比較回路で信号処理され、多数決判定回路により多数決判定される。本実施の形態においては、図4に示すように、1つのセンサA-1から入力されたプロセス信号2を三重化された3つのA/D変換器ADC1-1、ADC2-1、ADC3-1でそれぞれ個別にデジタル信号に変換し、論理集積回路から成る3つの設定値比較回路CP1-1、CP2-1、CP3-1のプロセス信号記憶部6を介して各々の設定値比較部10に入力する。ここで、図4では、図2に示したようなプラント保護計装装置のうち、センサA-1に対応するプロセスの処理を行う回路のみを代表して示している。(改行)本実施の形態は、各設定値比較回路に、設定値比較部10に加えて偏差判定回路28を有している点に特徴がある。すなわち、設定値比較部10では入力されたプロセス信号2のデジタルカウント値を他の多重系設定値比較回路へ出力するとともに他の多重系設定値比較回路からも同様のプロセス信号2のデジタルカウント値を入力し、偏差判定回路28にてそれぞれプロセス信号値の偏差を比較する。すなわち、自系のプロセス信号記憶部6に記憶された他系より入力された値の偏差を演算する。そして、偏差の値が予め設定した設定値を超えた場合はその設定値比較回路を異常と判断し、外部へ異常判定出力29を出力し、これを報知する。

【0063】このように構成された本実施の形態によれば、プラント運転中に論理集積回路の動作確認試験を行うには、多重化された制御基板22のプロセス毎、すなわち各論理集積回路毎に順次試験を行う。この時、多重化された制御基板22がすべて健全であれば、その内の1つのプロセス信号の値を設定値以上に変化させ、制御基板22毎の作動信号を出力させる。この場合においては制御基板22の1系統作動の報知がなされるが、多重化回路の他方が健全であるため、各制御回路出力として2/2論理にて運転継続を行うことができる。この時、試験用のプロセス信号入力は、制御基板22の入力端前に設けた試験用切替スイッチ3を試験側3Bに切替え、A/D変換器4の端子を電圧発生器17に接続し、設定値に換算した電圧値以上に変化させた場合に単一基板の単一プロセスの作動出力が行われる。

【0064】また、アナログ信号をデジタル信号に変

換して制御基板22に入力されたデジタル信号について、プロセス毎に多重化された制御基板22の2値間の偏差をそれぞれ監視することにより、自己診断機能を備えない論理集積回路の健全性を装置としての誤不動作に至る前に事前に知ることができる効果がある。

【0065】次に、本発明の第3の実施の形態を説明する。なお、第1の実施の形態と同様の構成は同一符号を付しその説明を省略する。図5は、計装回路を三重化とし、優先回路で故障検出がなされた場合に正常側に切替方式とした本発明による実施の形態である。プラントの状態量を検出するためのセンサA-1～A-nと、センサからのアナログ信号を入力しデジタル信号に変換するA/D変換器ADC1-1～ADC1-nと、デジタル信号を入力し、予め設定した設定値と比較を行い、設定値を超えた場合に作動信号15を出力する論理集積回路から成る設定値比較回路CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-n、CP3-1～CP3-nと、これら三重化装置の出力信号を故障時出力元切替えを行う故障時切替回路30とから構成されている。三重化された装置は常時並行してプロセスの処理を行い、トリップ判定を行っているおり、常時は切替スイッチSWにより設定値比較回路CP2-n側に切替わっている。出力元切替は、前記優先回路によりプロセス信号入力後の上下限比較から異常と判定されたもの、多重化間のプロセス信号値偏差から異常と判定されたものが検知された論理集積回路がひとつでもある基板が出た場合に切替スイッチSWにより正常側の論理集積回路に切替えられる。このような構成とすることにより、2/3論理による多数決判定回路に比べて補助リレーなどの部品点数を削減することができる。

【0066】次に、本発明の第4の実施の形態を説明する。なお、第1の実施の形態と同様の構成は同一の符号を付しその説明を省略する。図6は、計装回路を二重化とし、判定回路を2/2論理とした本発明による実施の形態であり、プラントの状態量を検出するためのセンサA-1～A-n、と、センサからのアナログ信号を入力しデジタル信号に変換するA/D変換器ADC1-1～ADC1-n、ADC2-1～ADC2-nと、デジタル信号を入力し、予め設定した設定値と比較を行い、設定値を超えた場合に信号を出力する論理集積回路から成る設定値比較回路CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-nと、これら二重化装置の出力信号15をAND判定してプロセス毎の作動信号を出力する選択回路31とからなる構成となっている。

【0067】図7は、計装回路を二重化とし判定回路を1/2論理とした本発明による実施の形態であり、プラントの状態量を検出するためのセンサA-1～A-nと、センサ群からのアナログ信号を入力しデジタル信号に変換するA/D変換器ADC1-1～ADC-n、ADC2-1～ADC2-nと、デジタル信号を入力

し、予め設定した設定値と比較を行い、設定値を超えた場合に信号を出力する論理集積回路から成る設定値比較回路CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-nと、これら二重化装置の出力信号をOR判定してプロセス毎の作動信号を出力する選択回路31とからなる構成となっている。

【0068】図8は、計装回路を二重化とし優先回路で故障検出がなされた場合に正常側に切替える方式とした本発明による実施の形態である。プラントの状態量を検出するためのセンサA-1～A-nと、センサからのアナログ信号を入力しデジタル信号に変換するA/D変換器ADC1-1～ADC1-n、ADC2-1～ADC2-nと、デジタル信号を入力し、予め設定した設定値と比較を行い、設定値を超えた場合に信号を出力する論理集積回路から成る設定値比較回路CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-nと、これら二重化装置の出力信号を切替スイッチSWにより故障時出力元切替えを行う故障時切替回路30とからなる構成となっている。

【0069】このように、計装回路を二重化構成とした場合においても、選択回路31あるいは故障時切替回路30により二重化装置の出力信号を判定することにより前記三重化装置の場合と同様の作用、効果がられる。

【0070】次に、本発明の第5の実施の形態として本発明を原子力発電プラントにおけるデジタル信号処理型の放射線計測装置に適用した場合の実施の形態について図面を参照して説明する。安全保護系に関わる放射線計測装置は、何らかの原因によりプラント内の放射線量が上昇した場合に、プラント外への放射性物質の放出を抑制するため、放射線量が上昇している箇所を隔離したり、非常用のガス処理装置を動作させたりする条件となる情報を各作動回路に提供することを目的に設けられている。

【0071】図9において、放射線計測装置40は、放射線検出器41と、放射線検出器41からのプロセス信号2を入力して監視し、安全保護系動作回路、警報および記録計に放射線情報42Sを出力する放射線監視装置42とから構成されている。放射線監視装置42の内部構成のうち、放射線検出器41からのプロセス信号2の処理回路43は、A/D変換器44と、信号分岐回路45と、多重化された3つの安全保護系用の放射線信号処理回路46a、46b、46cと、多数決回路48、49、50と、1つの計測制御系用の放射線信号処理集合回路47で構成される。これらの構成のうち、A/D変換器44は、プラントにおける放射線検出器41や放射線監視装置42の配置に応じて、他の回路と独立した装置として、放射線検出器41の近傍に配置したり、放射線検出器41と一体型の装置とすることもできる。

【0072】次に信号処理内容について説明する。放射線検出器41によって検知される放射線量に応じたプロセス信号が放射線監視装置42へ入力される。放射線監

視装置42内のA/D変換器44により、放射線検出器41からのプロセス信号2はデジタル信号に変換され、信号分岐回路45で3つの安全保護系用信号45S1～45S3と、1つの計測制御系用信号45S4に分岐される。ここで、計測制御系用信号45S4は、安全保護系の機能を喪失するような影響を及ぼさないよう信号分岐回路45により安全保護系からの分離が図られる。

【0073】安全保護系用信号45S1～45S3は3つの安全保護系用の放射線信号処理回路46a、46b、46cにそれぞれ入力され、各放射線信号処理回路の放射線演算処理部で放射線量への換算が行われ（放射線演算処理）、トリップ判定処理部で「放射能高」、「放射能高高」、「下限」の判定が行われる（トリップ判定処理）。このトリップ判定処理は、放射線演算処理により算出された放射線量が「放射能高」あるいは「放射能高高」設定値と呼ばれる予め定められた値（「放射能高」よりも「放射能高高」の方が高い値に設定される）以上に上昇した場合に、放射線量が異常であること（「放射能高」あるいは「放射能高高」と呼ぶ）を放射線監視装置42の外部に設けた警報装置へ出力し、また、「下限」設定値と呼ばれる予め定められた値以下に下がった場合に、放射線量が放射線計測装置3の計測可能範囲に達していないこと（「下限」と呼ぶ）を外部の警報装置へ出力する処理である。

【0074】ここで、安全保護系用の放射線信号処理回路46a、46b、46cには、PLD（Programmable Logic Device）等の、デジタル信号の加工処理機能を論理回路の構成に変換してハードウェアの配線により実現する論理集積回路を用いる。また、各放射線信号処理回路46a、46b、46cに用いられる論理集積回路は、その論理変換回路または論理回路間の配線手段が互いに異なるように設定されており、すなわち各放射線信号処理回路46a、46b、46cは互いに異なるハードウェア構成を有している。

【0075】3つの安全保護系用の放射線信号処理回路46a、46b、46cの各々の「放射能高」判定結果は「放射能高」多数決回路48に集められ、3つの判定結果のうち、2つ以上で「放射能高」が成立していれば、「放射能高」多数決回路48は「放射能高」成立情報を放射線監視装置42の外部へ信号42S出力する。「放射能高高」判定結果及び「下限」判定結果も、それぞれ「放射能高高」多数決回路49、「下限」多数決回路50により同様の処理が行われる。

【0076】計測制御系用信号45S4は計測制御系用の放射線信号処理集合回路47に入力され、放射線演算処理、アナログ出力処理、ディスプレイ表示処理が行われ、例えば記録計やディスプレイに対して処理信号が送られる。また、図中破線で示すように、安全保護系用の各放射線信号処理回路46a、46b、46cの出力信

号もまた、計測制御用の放射線信号処理集合回路47に入力され同様の処理が行われる。計測制御用の放射線信号処理集合回路47については、安全保護系の機能に関係しないため、V&Vの劣化に影響しないので、従来通りマイクロプロセッサCPUを用いて複数の放射線検出器に対して信号加工処理を行ってもよいし、PLD等の素子により信号加工処理機能を実現してもよい。

【0077】次に本実施の形態において、放射線監視装置42の内部構成のうち、計測制御系用の放射線信号処理集合回路47と、3つの放射線信号処理回路46a、46b、46cからなる安全保護系用の放射線信号処理集合回路51の故障検知回路の構成について図10を用いて説明する。

【0078】図10に示すように放射線信号処理集合回路は、安全保護系用の放射線信号処理集合回路51と、安全保護系用の回路故障検知回路52と、計測制御系用の放射線信号処理集合回路47と、計測制御系用の回路故障検知回路53で構成される。

【0079】安全保護系用の回路故障検知回路52は、安全保護系用の放射線信号処理集合回路51内の3つの放射線信号処理回路46a、46b、46cと、多数決回路48、49、50の動作状態を監視する。

【0080】安全保護系用の回路故障検知回路52において故障状態にない放射線信号処理回路が1系統以下であること、又は安全保護系への出力のための多数決回路が故障状態にあることを検知した場合には、安全保護系機能の多様性が確保されていない状態にあることから、この状態を「安全保護系機能重故障」と判断し、外部の安全保護系作動回路に「動作不能」信号52S1を出力するとともに、「安全保護系機能重故障」を外部の警報装置に出力する。

【0081】また、安全保護系用の回路故障検知回路52において故障状態にある放射線信号処理回路が1系統以下であり、かつ故障状態にない放射線信号処理回路が2系統以上であることを検知した場合には、安全保護系機能の多様性は確保された状態にあるので、この状態を「安全保護系機能軽故障」と判断し、安全保護系作動回路へは故障情報を出力せず、「安全保護系機能軽故障」信号52S2を外部の警報装置に出力する。

【0082】計測制御系用の回路故障検知回路53は、計測制御系用の放射線信号処理集合回路47の動作状態を監視し、計測制御系用の放射線信号処理集合回路47が故障状態にあることを検知した場合には、「計測制御系機能故障」信号53Sを外部の警報装置に出力する。

【0083】「安全保護系機能軽故障」と「計測制御系機能故障」はともに安全保護系の機能喪失状態ではないため、これらをまとめて「放射線監視装置軽故障」として外部の警報装置に出力してもよい。

【0084】本実施の形態によれば、放射線監視装置42内部を、安全保護系に関わる部分と、計測制御系に関

わる部分に分けることができる。そして前者に対しては異なる手段を用いて作成した論理変換回路の異なる論理集積回路を有する、3系統以上の放射線信号処理回路46a、46b、46cを適用し、多数決回路48、49、50によりトリップ状態の外部出力判定を行う構成としているので、放射線信号処理機能の多様性を確保し、共通要因故障を防止することができる。また、多様性が確保されている限りにおいては、信号処理機能の一部で故障が発生しても安全保護系システムの作動回路に対してトリップ信号を出さず、警報出力のみとすることで、プラント運転の信頼性に与える影響を低減することができる。

【0085】次に、放射線監視装置の他の実施の形態として本発明の第6の実施の形態を図11を用いて説明する。図11に示すように放射線監視装置42は、A/D変換器44と、信号分岐回路45と、通常時放射線信号処理回路54と、バックアップ用放射線信号処理回路55と、放射線信号処理回路故障検知回路59と、「放射能高」信号処理選択回路56、「放射能高高」信号処理選択回路57、「下限」信号処理選択回路58と、信号発生回路60と、入力信号切替回路61と信号処理結果表示回路62で構成される。

【0086】放射線検出器41から信号分岐回路45までの作用は前記実施の形態と同じである。本実施の形態においては、信号分岐回路45で分岐されたデジタル信号は、通常時放射線信号処理回路54とバックアップ用放射線信号処理回路55にそれぞれ入力され、各放射線信号処理回路の放射線演算処理部で放射線量への換算が行われ、トリップ判定処理部で「放射能高」、「放射能高高」、「下限」の判定が行われる。この判定結果は信号処理選択回路56、57、58に送られる。ここで、通常時放射線信号処理回路54とバックアップ用放射線信号処理回路55は論理変換回路の異なる論理集積回路を用いる。

【0087】放射線信号処理回路故障検知回路59では通常時放射線信号処理回路54とバックアップ用放射線信号処理回路55の動作状態を監視し、通常時放射線信号処理回路54が正常に動作している場合、信号処理選択回路56、57、58に対して、通常時放射線信号処理回路54の信号処理結果を選択する指令を与える。通常時放射線信号処理回路54が正常でなく、バックアップ用放射線信号処理回路55が正常に動作している場合、信号処理選択回路56、57、58に対して、バックアップ用放射線信号処理回路55の信号処理結果を選択する指令を与える。また、通常時放射線信号処理回路54及びバックアップ用放射線信号処理回路55の両方が正常でない場合、外部の安全保護系作動回路に「動作不能」信号59S1を出力するとともに、「安全保護系機能重故障」を外部の警報装置に出力する。

【0088】「放射能高」信号処理選択回路56は、外

部から入力される「バックアップモード切替指令」信号63S又は放射線信号処理回路故障検知回路59から入力されるバックアップ用放射線信号処理回路選択指令59S2により、バックアップ用放射線信号処理回路55により判定された「放射能高」判定結果を放射線監視装置42の外部へ出力し、「バックアップモード切替指令」信号63S及び放射線信号処理回路故障検知回路59から入力されるバックアップ用放射線信号処理回路選択指令59S2の入力がない場合は、通常時放射線信号処理回路44による「放射能高」判定結果を放射線監視装置42の外部へ出力する。「放射能高」判定結果及び「下限」判定結果も、それぞれ「放射能高」信号処理選択回路57、「下限」信号処理選択回路58により同様の処理が行われる。

【0089】「バックアップモード切替指令」信号63Sが入力された状態において、外部から入力される「テストモード切替指令」信号64Sにより入力信号切替回路61は通常時放射線信号処理回路54に入力する信号を信号分岐回路45からの信号から信号発生回路60からのテスト信号60Sに切替え、外部から入力される「テスト開始指令」信号65Sにより信号発生回路60からテスト信号60Sが発生する。

【0090】通常時放射線信号処理回路54にテスト信号60Sが入力され、その信号処理結果は信号処理結果表示回路62に出力され表示される。本実施の形態によれば、放射線監視装置42内部に通常時放射線信号処理回路54に用いるものと異なる手段を用いて作成した論理回路を有するバックアップ用放射線信号処理回路を設けることで、放射線信号処理機能の多様性を確保し、共通要因故障を防止することができる。また、バックアップモードに切替えることで、プラント運転中に放射線監視装置の安全保護機能を停止することなく、通常時に使用する放射線信号処理回路の動作確認試験を行うことができる。

【0091】次に、本発明の第7の実施の形態として、本発明、とりわけ前記第1の実施の形態において説明した技術思想を放射線計測システムに適用した場合を、図12乃至図14を用いて説明する。図12は安全保護システムの作動回路が二重の「1 out of 2」論理の場合の放射線計測システムと安全保護系作動回路64の構成である。図12に示すように、放射線計測システムは、放射線検出器41と二組の放射線監視装置42A、42Bとを組み合わせた4つの放射線計測装置43A～43Dから成り、放射線監視装置42A、42Bは、A/D変換器44と、安全保護系用放射線信号処理回路46A又は46Bを備える。ここで、放射線監視装置42A、42B各々に属する放射線信号処理回路46A、46Bは論理変換回路の異なる論理集積回路を用いた2種類を表し、各放射線計測装置43A～43Dに対して図12のように組み合わせる。

【0092】放射線検出器41からA/D変換器44までの本実施の形態の作用は第1実施形態と同じである。本実施の形態においては、A/D変換器4で変換されたデジタル信号は、直接、放射線信号処理回路46A又は46Bに入力され、放射線信号処理回路46A、46Bの放射線演算処理部で放射線量への換算が行われ、トリップ判定処理部で「放射能高」、「放射能高」、「下限」の判定が行われ、各判定結果が直接、放射線監視装置42A、42Bから安全保護系作動回路64へ出力される。安全保護系作動回路64では放射線計測装置43A～43Dからの「放射能高」入力を受けて二重の「1 out of 2」論理で安全機能の作動を行う。

【0093】図13は図12の一変形例であり、安全保護系作動回路64が2チャンネルの「AND」論理の独立2系統の場合の放射線計測システムにおける放射線監視装置42A、42Bの組合せおよび放射線監視装置42C、42Dの組合せであり、安全機能の作動を2段階に分けて行うものである。

【0094】また、図14は安全保護系作動回路64が「2 out of 4」論理の場合の放射線計測システムにおける放射線監視装置42A～42Dの組合せであり、ここでは4種類の放射線監視装置を使用する。

【0095】本実施の形態によれば、異なる手段を用いて作成した論理回路を有する2種類あるいは4種類の論理集積回路でできた放射線監視装置で放射線計測システムを構成することで、信号分岐処理を行うことなく、放射線信号加工処理機能の多様性を確保し、共通要因故障を防止することができる。

【0096】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、プラントの状態量を示すプロセス信号を検出するセンサと、このプロセス信号をデジタル信号に変換するアナログ/デジタル信号変換器と、前記プロセス信号と予め定められた設定値とを比較し、プロセス信号が設定値を超えた場合に信号を出力する設定値比較回路とを有し、論理集積回路で構成された計装回路とを備え、プロセス毎の作動信号をプラントの各機器または論理的判断を行う別の制御装置に出力するようにしたので、信頼性のための装置の検証作業と健全性確認作業を不要とし、動作確認のための試験が容易に行え、計装回路の異常を早期に検出し、自己診断機能を備えたプラント保護計装装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるプラント保護計装装置の機能を示すブロック図。

【図2】本発明の第1の実施の形態によるプラント保護計装装置のシステム構成図。

【図3】本発明の第1の実施の形態における動作確認試験を説明するためのシステム構成図。

【図4】本発明の第2の実施の形態によるプラント保護

計装装置のシステム構成図。

【図5】本発明の第3の実施の形態によるプラント保護計装装置のシステム構成図。

【図6】本発明の第4の実施の形態によるプラント保護計装装置のシステム構成図。

【図7】本発明の第5の実施の形態によるプラント保護計装装置のシステム構成図。

【図8】本発明の第6の実施の形態によるプラント保護計装装置のシステム構成図。

【図9】本発明を放射線計測装置に適用した場合の実施の形態を示すブロック図。

【図10】本発明を放射線計測装置に適用した場合の実施の形態における故障検知回路の構成を示すブロック図。

【図11】本発明を放射線計測装置に適用した場合の他の実施の形態を示すブロック図。

【図12】本発明を放射線計測装置に適用した場合の実施の形態における安全保護系作動回路を示すブロック図。

【図13】本発明を放射線計測装置に適用した場合の他の実施の形態を示すブロック図。

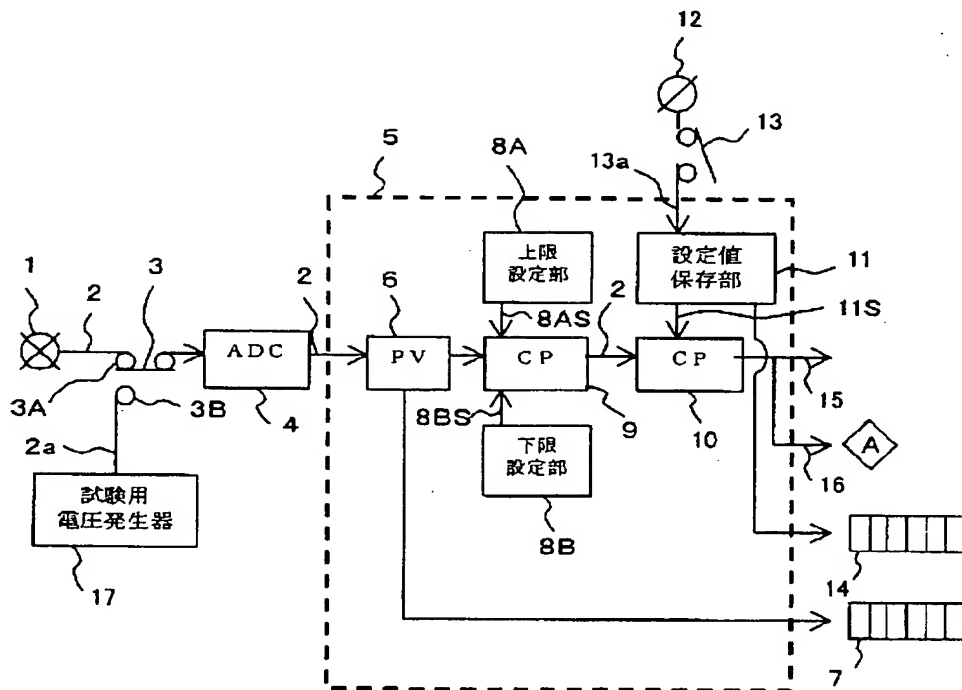
【図14】本発明を放射線計測装置に適用した場合の他の実施の形態を示すブロック図。

【図15】一般的なプラント保護計装装置を示すシステム構成図。

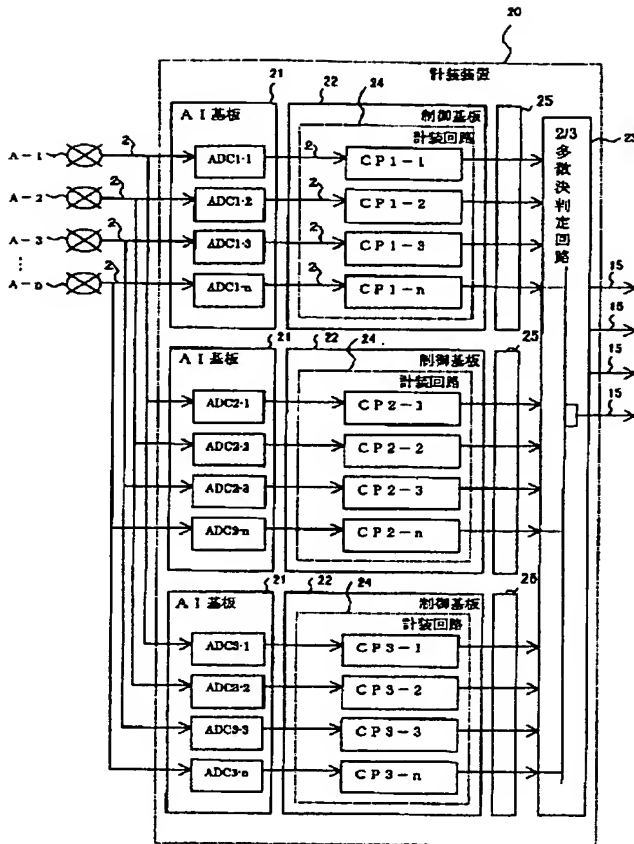
【符号の説明】

1…センサ、2…プロセス信号、4…アナログ／デジタル信号変換器、5…論理集積回路、10…設定値比較部、15、作動信号、17…試験用電圧発生器、20…プラント保護計装装置、21…A1基板、22…制御基板、23…多数決判定回路、24…計装回路、25…D O基板、26A…ビットパターン出力器、26B…出力判定器、28…偏差判定回路、29…異常判定出力、30…故障時切替回路、31…選択回路、A-1～A-n…センサ、ADC1-1～ADC1-n、ADC2-1～ADC2-n、ADC3-1～ADC3-n…A/D変換器、CP1-1～CP1-n、CP2-1～CP2-n、CP3-1～CP3-n…設定値比較回路。

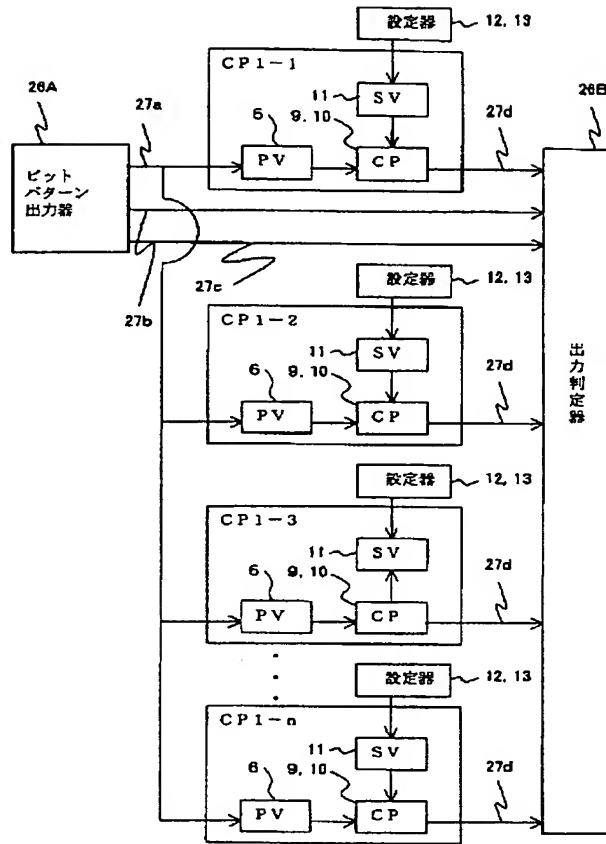
【図1】



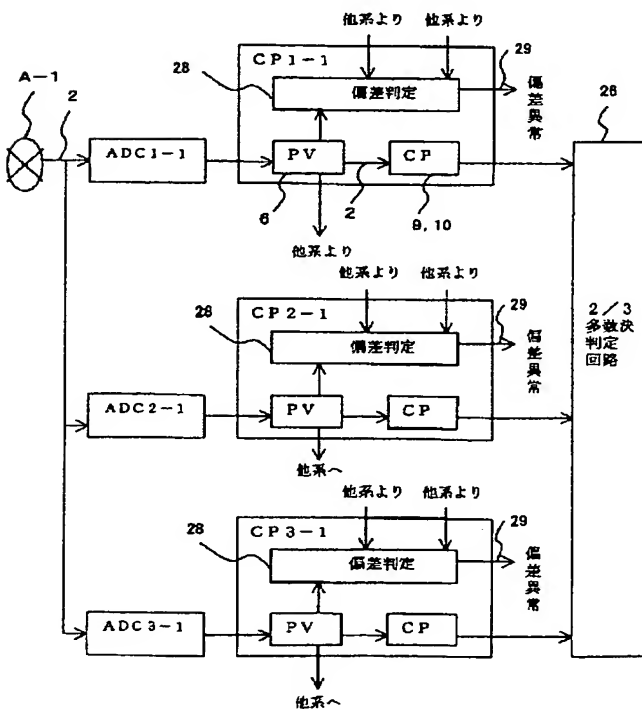
【図2】



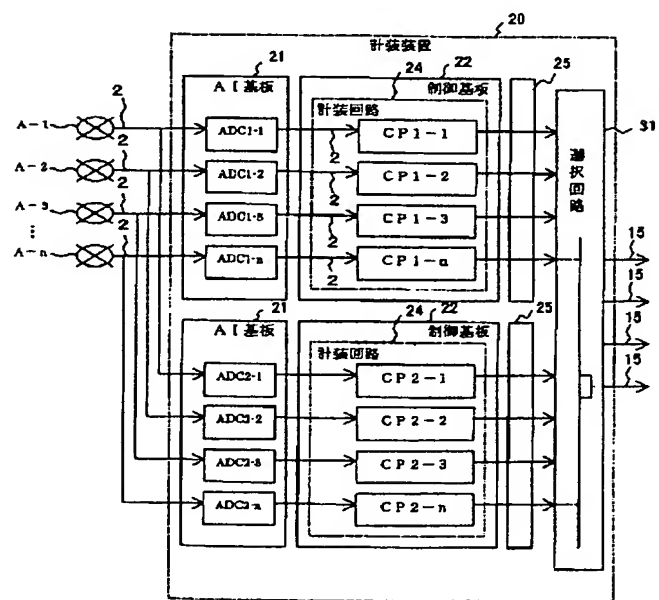
【図3】



【図4】

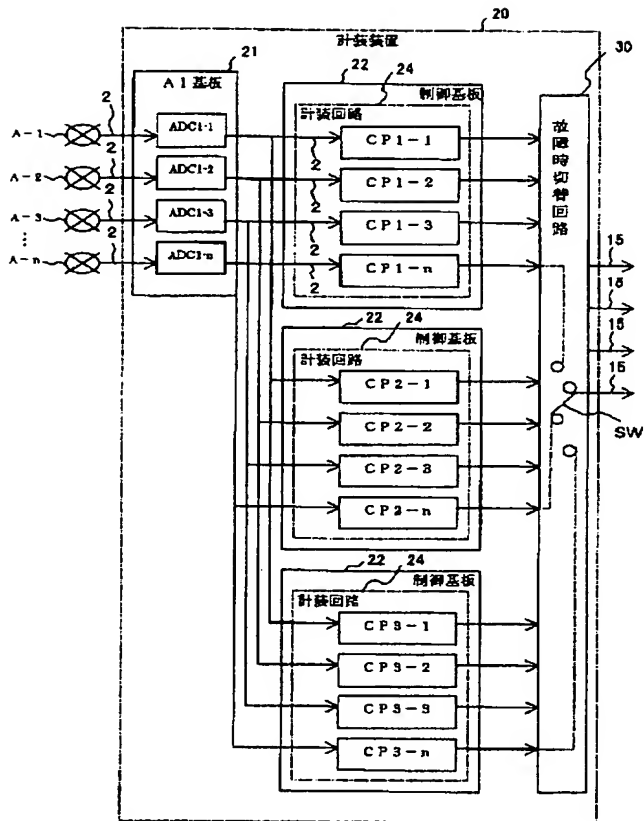


【図6】

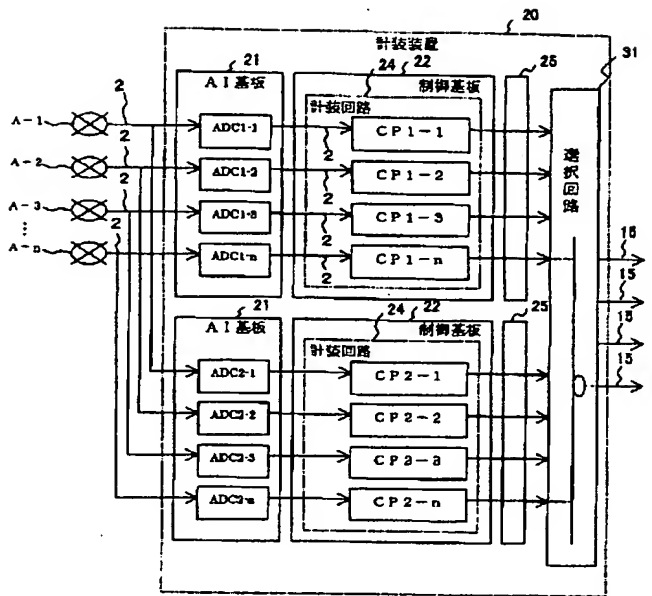




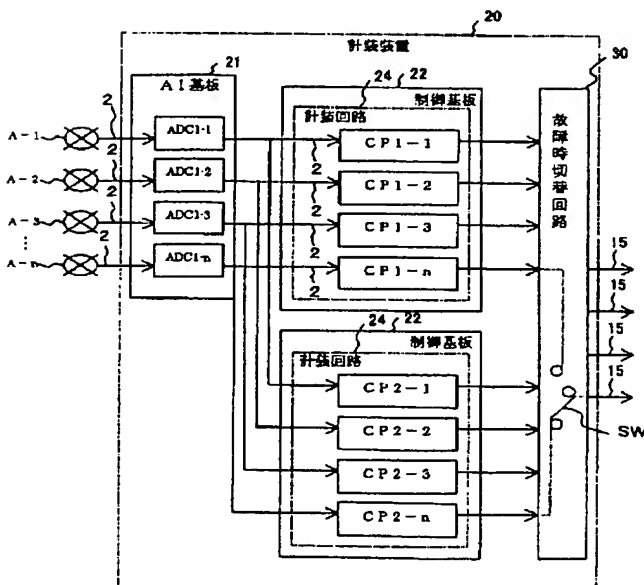
【図5】



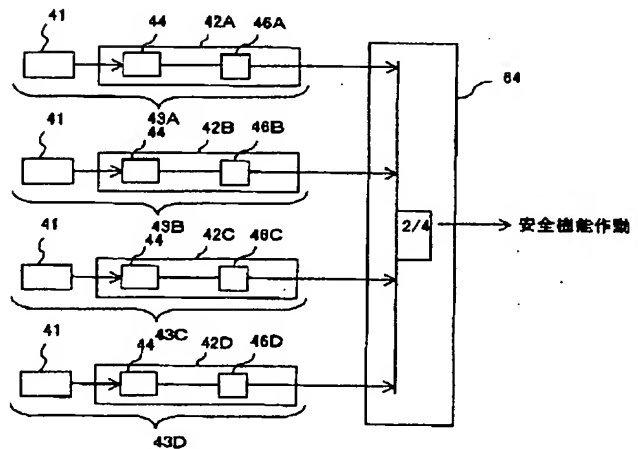
【図7】



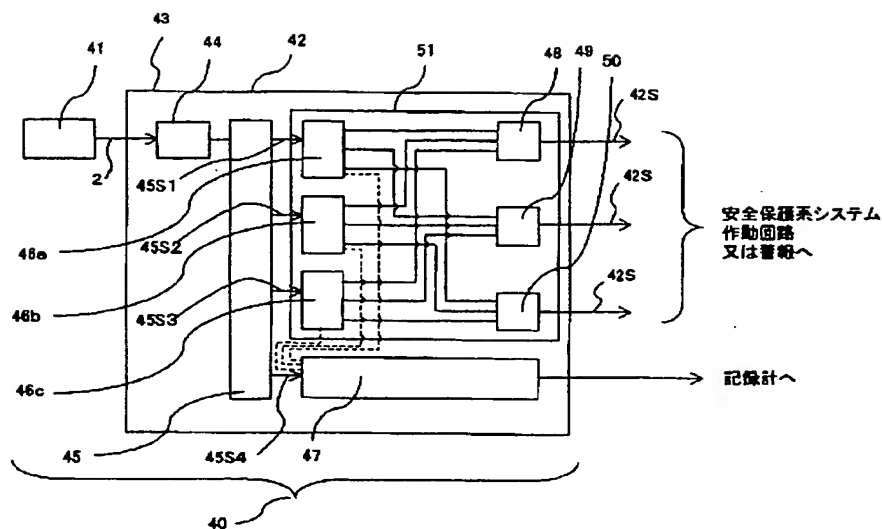
【図8】



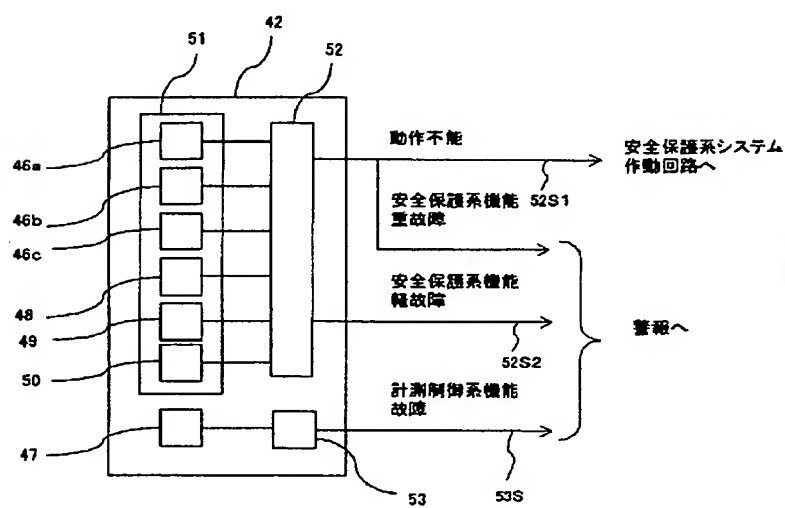
【図14】



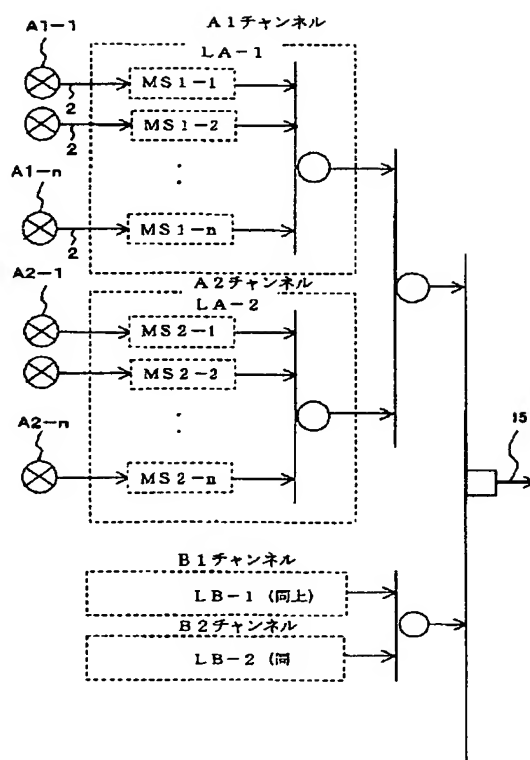
【図 9】



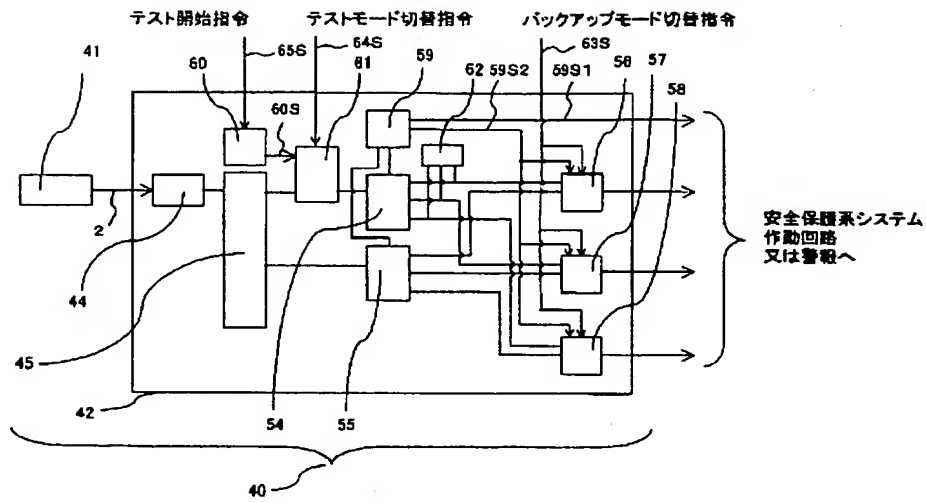
【図 10】



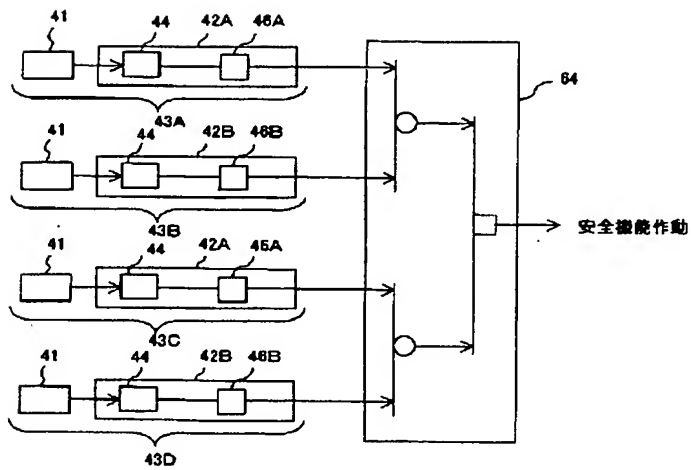
【图 1 5】



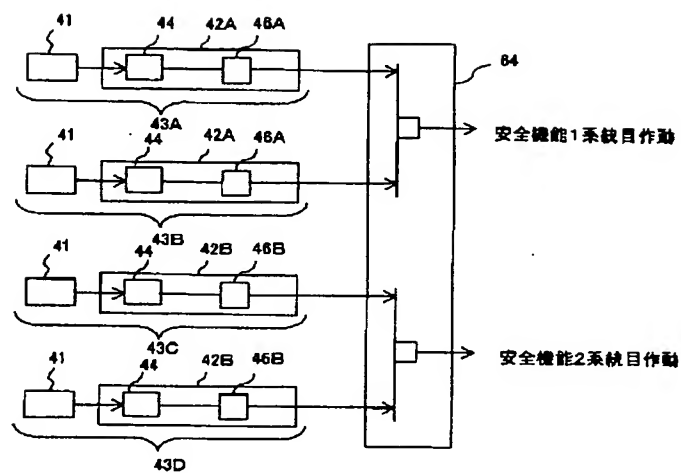
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 西川 洋  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内

(72)発明者 坂本 浩  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 垂水 輝次  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 柚木 彰  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内

(72)発明者 前川 芳三  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内

(72)発明者 近藤 勝也  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内

(72)発明者 泉 幹雄  
神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株  
式会社東芝浜川崎工場内

Fターム(参考) 2G075 CA02 DA08 DA18 FB09 GA16

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**